

UNIVERSIDAD DEL SALVADOR
Rodríguez Peña 752 - Buenos Aires
Argentina

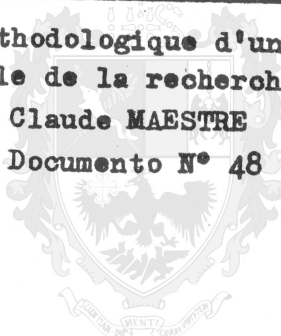


VERS UNE MESURE DES ECHANGES INTERSEC-
TORIELS ENTRE LA RECHERCHE ET L'INDUSTRIE

(Element methodologique d'une strate-
gie nationale de la recherche).

Claude MAESTRE

Documento N° 48



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR

Reproducido de Le Progrés Scientifique, 1966,
noviembre, N° 102 - pág. 2-23.

VERS UNE MESURE DES ÉCHANGES INTERSECTORIELS ENTRE LA RECHERCHE ET L'INDUSTRIE

(ÉLÉMENT MÉTHODOLOGIQUE
D'UNE STRATÉGIE NATIONALE
DE LA RECHERCHE)

par Claude MAESTRE,
Chargé de Mission à la D.G.R.S.T.

USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR

PLAN

A — CADRE DU PROBLÈME ET PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE.

B — MÉTHODE.

a) Recensement bibliographique

b) Recherche des points de contact de la recherche

c) Quantification des produits de la recherche

d) Expression en valeur

C — EXEMPLES D'APPLICATION

a) Nationaux

b) Internationaux

c) Micro économiques

D — EXEMPLE SIMPLIFIÉ CHIFFRÉ

E — QUELQUES PROBLÈMES POSÉS ET AXES DE RECHERCHE IMMÉDIATS

F — CONCLUSION.

AVANT-PROPOS,

par M. André MARÉCHAL,

Délégué Général à la Recherche Scientifique et Technique.

Jusqu'à ces dernières années, les décisions d'investissement en matière scientifique ont été relativement faciles à prendre. La France avait accumulé du retard par rapport aux grands pays scientifiquement avancés : il fallait, c'est l'évidence, pousser l'effort dans toutes les directions simultanément pour reconstituer un potentiel de recherche fondamentale complet : la préparation du IV^e et du V^e Plan, tout en étant fondée sur des études sérieuses, a dû faire dans ce domaine une grande place à l'empirisme et au réalisme. Il en sera sans doute de même pour le VI^e Plan.

Mais de nouveaux problèmes se posent maintenant. Nous sommes plus conscients, depuis quelques années, de l'importance qu'a l'effort de recherche pour le progrès de l'économie, et plus particulièrement pour celui de la production industrielle. L'Etat a décidé d'intervenir sur l'un des points de passage entre la recherche et la production, la phase du « développement », en aidant les industriels à la financer par un certain nombre de projets intéressants. Cette politique a dû, elle aussi, être menée de manière relativement empirique, en particulier dans le choix des secteurs à soutenir.

D'autre part l'Etat se trouve amené à faire des choix devant les grands projets scientifiques techniques, dont le coût croît en même temps que le nombre. Là aussi, de multiples critères interviennent au moment de la décision. Mais l'information sur laquelle est prise la décision est tout à fait insuffisante, l'étude économique de la recherche et de ses liens avec la production étant encore très peu développée — non faute d'économistes qui s'y intéressent — mais parce que le sujet est fort complexe, et que son étude est toute récente.

En un mot, pour préparer les plans à venir, pour prendre nombre de décisions, il serait utile de posséder une évaluation précise, en termes économiques, de l'activité scientifique et de ses liens avec la production.

Deux approches sont possibles :

— l'une, expérimentale, consiste à étudier sur un certain nombre de cas, pour certains secteurs, les problèmes d'innovation,

— l'autre, théorique, consiste à essayer de construire, en une première étape, un modèle d'ensemble des rapports entre la recherche et la production. C'est cette voie qu'a choisie M. Maestre. Il expose dans l'étude que l'orf lira ci-après les fondements de cette approche théorique. Cette remarquable étude, qui pose une méthode et appelle à sa suite de nombreuses recherches, soulève un certain nombre de problèmes et de difficultés que les années à venir permettront peut-être de résoudre. Elle apporte, dans l'immédiat, une contribution de qualité à la recherche économique et, pour l'avenir, l'espoir de disposer un jour d'une information plus sérieuse pour étayer les décisions qui s'imposent.

A — CADRE DU PROBLÈME ET PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE.

On s'est longtemps désintéressé de l'incidence de la recherche scientifique et technique sur la vie économique. Jusqu'à l'époque contemporaine les formes techniques de l'univers dans lequel s'est peu à peu constituée la théorie économique ont évolué trop lentement pour que l'agent principal de leurs transformations, la recherche, fût désigné parmi les variables économiques privilégiées. De ce fait, et tout naturellement, les théories classiques n'en ont pas tenu compte. Mais assez récemment la notion nouvelle de croissance s'est imposée, amenant les économistes à prendre en compte ce facteur dont l'action restait certes pour eux diffuse et malaisément perceptible.

En effet, dès l'instant où l'on raisonne en termes d'économie dynamique, il n'est plus possible d'éluder à la manière des classiques les problèmes relatifs au système productif lui-même. Pourquoi et comment le niveau général de la production s'élève-t-il de période en période au lieu d'osciller autour d'une moyenne ? Pour répondre à cette question, il est nécessaire de s'interroger sur la manière dont à travers l'évolution des techniques de production, la productivité augmente, la qualité des biens produits se diversifie, le marché s'agrandit. A la lumière des études qui ont été faites dans cette perspective depuis une trentaine d'années, la fonction motrice de la recherche scientifique a été entrevue. Il n'est pas aujourd'hui de manuel d'économie politique, si élémentaire soit-il, qui ne mentionne parmi les facteurs de production, tout au moins parmi les éléments qui lui sont favorables, la réalité immatérielle que constitue le capital intellectuel de l'entrepreneur, et l'aptitude de ce dernier à innover, c'est-à-dire renouveler le stock de connaissances techniques qu'il met en œuvre dans ses actes productifs.

Il s'en faut pourtant que les relations complexes qu'entretiennent l'économie et la recherche soient véritablement élucidées. En conséquence, les économistes contemporains ont été souvent contraints d'attribuer à un facteur résiduel, dont la recherche est sans doute un des principaux éléments, la responsabilité d'évolutions économiques difficiles à expliquer.

Caractéristiques de cette attitude sont les travaux récents faits à l'Université de Harvard, sur la base des tableaux d'échange interindustriels imaginés par Leontief. L'objet de tels tableaux est, on le sait, d'explicitier la structure par branches du produit final d'un système économique en la rapprochant, par une superposition, convenable, de la structure par branche de la demande finale du système économique considéré. La méthode employée pour rapprocher les deux structures est également bien connue. On utilise des tableaux à double entrée dont les nomenclatures en lignes et en colonnes se correspondent rigoureusement. Si on convient d'inscrire dans les colonnes en se référant à la nomenclature des lignes des nombres mesurant la valeur de ce que chaque branche reçoit des autres branches, il est clair qu'on pourra alors lire dans les lignes ce que chaque branche a apporté aux autres branches. La production d'une branche est par définition égale à la somme de ses consommations intermédiaires (représentée par la somme des apports dont elle bénéficie de la part des autres branches) et de sa valeur ajoutée (cf. figure I).

De tels tableaux ne mettent pas seulement en relief les transactions commerciales effectuées entre les différents secteurs économiques au cours d'une période donnée. Ils mettent en évidence les caractéristiques structurelles du système économique considéré au cours de la période. On peut, en effet, en extraire des tables de coefficients qui permettront, si les caractères du système productif considéré restent stables, d'indiquer *a priori* quels doivent être les apports des branches $a_1...a_n$ à la branche a pour que la production finale de la branche atteigne tel niveau. Réciproquement,

à partir des tables de coefficients extraits des matrices de Leontief, il est possible de dire *a priori* quel doit être l'effort productif propre de la branche a_k pour que les apports potentiels des branches $a_1 \dots a_n$ à la branche a_j soient utilisés au mieux. Le calcul des coefficients n'offre dans son principe aucune espèce de difficulté. Pour obtenir les coefficients "d'input" d'une branche donnée, il suffit de diviser les chiffres contenus dans chaque case de la colonne correspondante par la production de la branche correspondante.

FIGURE I

TABLEAU DE LEONTIEF SIMPLIFIÉ

	Agriculture	Industrie	Demande finale	Total Emplois
Agriculture	25	20	55	100
Industrie	14	6	30	50
Valeur ajoutée	61	24	85	
Production (Ressources)	100	50		

TABLEAU DES COEFFICIENTS TECHNIQUES

$\frac{25}{100} = 0,25$	$\frac{20}{50} = 0,40$
$\frac{14}{100} = 0,14$	$\frac{6}{50} = 0,12$

Les tableaux d'échanges inter-industriels ainsi conçus ne permettent pas seulement un moyen de constater l'évolution de la production totale à travers le temps. Ils sont, on le comprend aisément, un moyen d'appréhender certaines des causes de son évolution qui jusqu'alors n'avaient pu être mesurées. Si le modèle de structure que constitue la table des coefficients extraite du premier tableau d'échange considéré reste stable de période en période, les variations de la production globale et de la production par branche pourront être à juste titre imputées aux facteurs classiques qui en règlent l'allure : augmentation ou baisse de la demande, de l'investissement, de la quantité de travail mise en œuvre, etc., dont l'explication relève elle-même des lois classiques. En revanche, si la table des coefficients elle-même se modifie, certaines des causes de l'évolution constatée sont internes au système productif. D'évidence, les facteurs classiques énumérés plus haut et ceux qui appartiennent à la même catégorie ne pourront pas être seuls invoqués pour expliquer la croissance ou le déclin de la production.

Les coefficients extraits des tableaux d'échange dépendent au premier chef de la structure technologique du système productif. Est-ce à dire qu'ils en dépendent exclusivement et directement ? C'est la conclusion vers laquelle semblent s'orienter les travaux de l'Université de Harvard qui ont porté sur la mesure aussi précise que possible de l'évolution des coefficients caractéristiques de l'économie américaine sur une douzaine d'années au moyen de tableaux dont la nomenclature ne compte pas moins de 192 postes.

Aucune des constatations auxquelles a conduit cet effort de mesure ne semble pourtant strictement imputable à la recherche scientifique. Sous le nom de coefficients techniques, on isole en fait le résidu de l'analyse économique. Ce résidu englobe non seulement les résultats de la recherche scientifique, mais aussi les innovations qui ne sont pas dues à la recherche, les améliorations dans l'organisation du travail, et certains facteurs difficiles à définir abstraitement, plus difficiles encore à mesurer, qu'on désigne sous le nom générique de « facteurs de productivité ». Pour mesurer rigoureusement l'incidence économique du travail scientifique, il faudrait pouvoir dissocier le résidu. On voit difficilement quelle méthode économique pourrait être utilisée à cette fin.

La même difficulté guette visiblement toutes les études qui pourraient être conduites sur des principes analogues. Chaque fois qu'on dispose de séries numériques homogènes portant sur une période assez longue, — c'est le cas avec la comptabilité nationale française et avec la comptabilité commune aux six pays de la C.E.E. —, on conçoit qu'on puisse, par une méthode imitée de celle de Harvard, approcher jusqu'à un certain point les effets économiques de la recherche. Mais la mesure semble devoir nécessairement rester imprécise et l'explication imparfaite.

Telles sont les réflexions qui ont servi de point de départ à la présente étude. Elles ont conduit à l'idée que le problème des interactions entre la science et l'économie devait, pour être résolu, être abordé non pas par le biais d'une comptabilité purement économique, mais par celui d'une comptabilité de produit du travail scientifique lui-même. En excluant dès le point de départ tout élément autre que celui-ci, le problème de la dissociation des variables évoqué plus haut serait épargné.

Restait à trouver un artifice, si on ne voulait pas se contenter de mesurer après tant d'autres « l'impact » de la recherche, qui permette de représenter *directement* les échanges entre la recherche ainsi comptabilisée et la production. De ce point de vue le recours aux tableaux de Leontief paraissait s'imposer, mais il soulevait une grave difficulté. Comment espérer établir des relations claires entre deux ensembles dont l'un, la production, est relativement structuré alors que l'autre ne l'est pas ? En effet, les travaux des économistes ont abouti à définir un modèle intelligible de la vie économique : des « agents » effectuent des « opérations » qui se traduisent dans les « branches » et les « secteurs » de l'économie par des conséquences nettement caractérisées, — affectation de « ressources » à des « emplois » — Tous ces termes ont un sens bien précis dans le langage de la comptabilité nationale : ils sont opérationnels. En revanche, les cadres mêmes d'une comptabilité scientifique restent à définir : si on a réussi à cerner le concept de « chercheur », celui de « travail de recherche » reste peu clair, dès l'instant où l'on cherche en particulier à définir une unité de travail. Il en est de même des « disciplines de recherche » qui sont dans le domaine de la science ce que sont les branches dans le domaine de l'économie. Pourtant on peut affirmer empiriquement que toute discipline donne et reçoit des autres disciplines des informations sous forme de concepts, de théories, de résultats numériques. De la même manière elle est fournisseur de données à la production. On peut donc tenter de mesurer ces flux et pour cela élaborer un système des sciences adapté dont pratiquement aucune approche antérieure ne peut fournir les prémices.

Cette entreprise se heurte à des difficultés de nomenclatures et d'unité de flux, mais elles ne semblent pas insurmontables.

L'étude ici présentée est donc une toute première tentative pour préciser et mesurer, sans tenir compte de la variable temps, les interactions entre la recherche et la production.

Elle laisse entrevoir la possibilité de mettre sur pied l'outil d'une véritable stratégie de la recherche liée à une stratégie de la production. Cette stratégie impliquerait une programmation de l'effort humain et financier en fonction de contraintes extérieures à la science. Il ne peut être question d'inclure dans une telle stratégie la

totalité de la recherche. En particulier, en sont exclus les domaines dans lesquels la connaissance peut être encore aujourd'hui la seule motivation, ou même ceux dont il n'est pas possible de préciser à l'heure actuelle l'utilité économique.

Mais plus de 80 % des dépenses consacrées à l'effort scientifique échappent à cette dernière définition, et il paraît urgent, face à des besoins largement croissants, de donner à leur emploi le maximum d'efficacité.

Les difficultés surgissent dans la réalisation de cette programmation. Elles excluent que l'on puisse prétendre, quels qu'en soient la nécessité, à une réalisation très rapide.

Signalons parmi ces difficultés :

- l'hétérogénéité des structures de l'appareil scientifique et l'imprécision de certaines définitions essentielles telle que celle déjà signalée d'unité de travail de recherche,

- l'absence de nomenclature scientifique adaptée aux exigences de l'analyse économique,

- l'inexistence d'un « marché », au sens classique du terme, dans le domaine scientifique et l'ambiguïté de la notion de valeur qui en résulte en ce qui touche la recherche fondamentale sinon la recherche de développement, commercialisée sous la forme de brevets et de licences,

- le fait que dans une partie de la recherche l'information circule librement tandis que dans d'autres, pour des raisons de secret industriel ou militaire, la diffusion est contrôlée et limitée,

- la méconnaissance des décalages temporels entre les différents types de recherche et les différentes utilisations,

- l'ignorance de la place de la recherche dans l'innovation.

Ces difficultés parmi d'autres imposent d'emblée une limitation des ambitions, et il semble normal de commencer par essayer de photographier les échanges entre la recherche et la production, sans envisager pour le moment une dynamisation, c'est-à-dire l'introduction de la dimension temps. Ce premier exposé a donc des ambitions limitées, et on ne se dissimule pas son imperfection ; il a simplement pour but d'ouvrir la voie vers une méthode nouvelle de programmation quantitative des moyens financiers destinés à la recherche.

Du fait de l'inexistence en France, comme dans les autres pays occidentaux, d'une comptabilité homogène au niveau des structures de recherche, il était impossible de mesurer directement en valeur les flux correspondant aux échanges.

En outre, on l'a maintes fois souligné, les notions de marché chères à l'économie classique n'ont pas cours dans le domaine des sciences et il n'est pas possible de parler par exemple de « valeur marchande » du produit de la recherche fondamentale. La méthode utilisée pour représenter en valeur les échanges recherche/production (R/P) sous forme de tableaux à double entrée est donc originale.

Elle comprend trois opérations distinctes permettant le passage de données strictement qualitatives concernant l'utilité du produit de la recherche à une représentation quantitative en valeur utilisable dans les processus habituels de programmation et de décision en matière de développement économique.

- Définition des « utilités » des produits de la recherche.

- Quantification des produits de la recherche.

- Expression en valeur.

A titre d'exemple, une application chiffrée simple sera développée ; puis seront envisagées différentes applications nationales et internationales, ainsi que quelques prolongements à l'échelle micro-économiques. Les problèmes qui semblent les plus urgents à résoudre pour rendre « opérationnelle » la méthode exposée seront enfin énumérés.

B — MÉTHODE.

a) Remarques préliminaires.

1° La figure II illustre une importante remarque d'ordre conceptuel.

Supposons que les chiffres 1, 2, 3, ..., m soient chacun représentatif d'une discipline et que le classement dans l'ordre numérique croissant correspondent à un affaiblissement du caractère « fondamental » des disciplines, ou ce qui est identique à une progression de leur caractère « utilitaire ».

Si P est une production utilisant le produit des recherches de 1, 2, 3, ..., m, il est évident qu'en général l'utilité directe des découvertes de 1 pour P mettra un certain temps à se concrétiser.

Autrement dit, la chaîne continue (1, P) exigeant un décalage dans le temps correspond à une utilité certes directe mais différée.

Il est par contre possible de considérer à l'autre extrémité de l'éventail des possibilités de transfert des utilités, celles d'entre elles qui se manifestent rapidement et simultanément, dans un intervalle de temps réduit.

Les maillons les plus courts de cette nouvelle chaîne mettent en jeu, dans le cas de la figure II, deux disciplines successives, (1, 2), (2, 3), ..., (i, i + 1), ... (m, P).

Ces transferts peuvent être considérés comme quasi simultanés, durant une année donnée par exemple, et on pourra alors parler de chaîne discontinue des utilités certes immédiates, mais indirectes.

Les échanges pris en charge dans le cadre de la comptabilité nationale correspondent à cette dernière optique aussi bien pour la consommation intermédiaire que pour la Formation Brute de Capital Fixe (F.B.C.F.), et dans ce dernier cas les investissements ne sont pas comptabilisés comme le résultat d'une accumulation mais comme un flux de l'exercice considéré.

De ce fait, il n'existe pas *a priori* de relation directe stricte de cause à effet entre la F.B.C.F. et la production pour une année donnée.

Dans le cas de la recherche scientifique, ces mêmes relations directes de cause à effet avec la production sont plus ou moins différées dans le temps suivant que l'on considère, par exemple, la recherche fondamentale ou le développement, et ces décalages sont variables et très mal connus.

Pour cette raison, il a été admis en une première étape, que l'optique adoptée serait celle des consommations intermédiaires, c'est-à-dire pour reprendre la terminologie explicitée par la figure II, celle des utilités immédiates (ou quasi immédiates) se concrétisant dans des échanges à l'intérieur d'une même année.

2° La figure III, très schématique, conduit à une première observation essentielle.

D'une réflexion sommaire sur la constitution du tableau (R/P) il ressort que les disciplines très fondamentales, telles les mathématiques pures (dans le cas d'une nomenclature des sciences assez grossière), débouchent très faiblement sur les branches, si l'on considère les utilités « immédiates », alors même que personne ne conteste, assurément, leur importance pratique présente ou différée.

Cette remarque suggère la nécessité d'un couplage du tableau R/P avec un tableau Recherche/Recherche (ou R²) rendant compte du cheminement du produit des disciplines, des plus fondamentales en particulier, au travers de la science.

FIGURE II

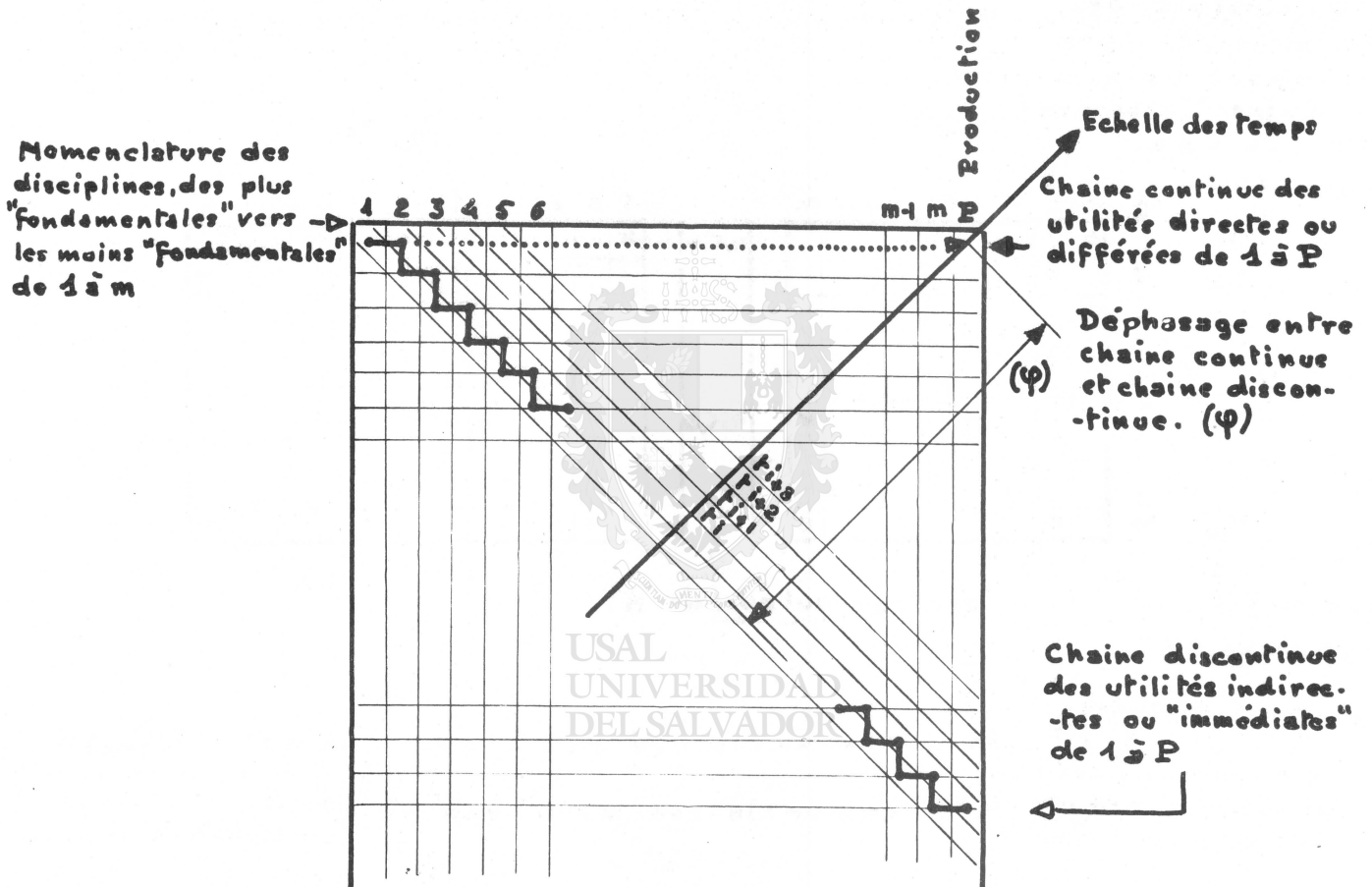
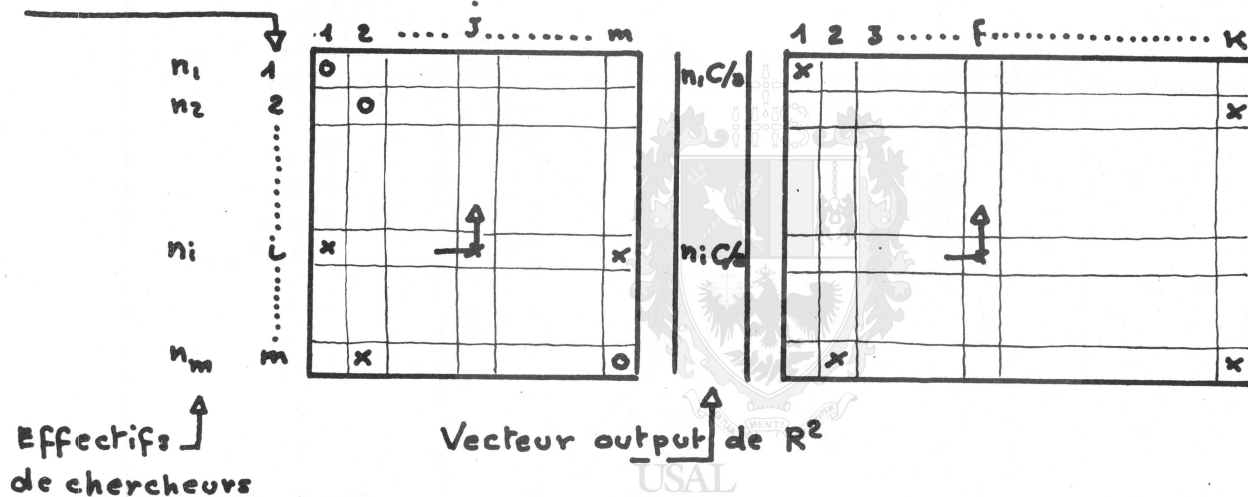


FIGURE III

Nomenclature des disciplines, des plus "fondamentales" vers les moins "fondamentales" de 1 à m

R^2

R/P



1, 2, ..., m : nomenclature des operations de recherche

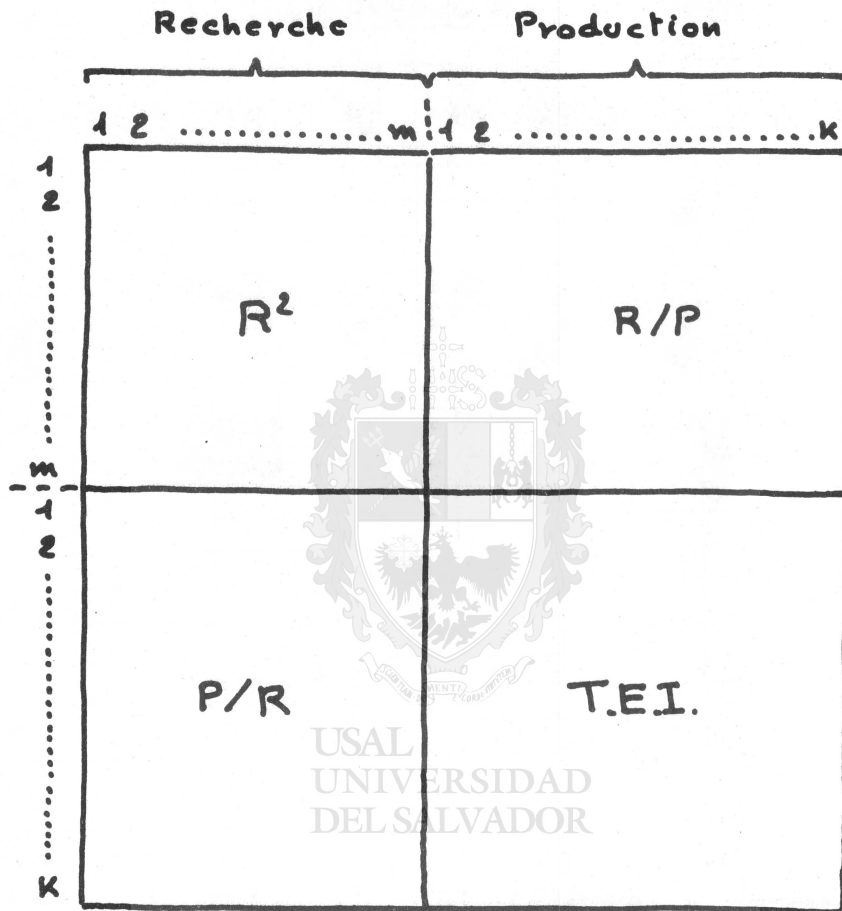
1, 2, ..., K : nomenclature des branches .

R^2 = Recherche / Recherche

R/P = Recherche / Production

C/a = Chercheur/an.

FIGURE IV



T.E.I. = Tableau d'Echanges Interindustriels .

Figure n°V

- liaison faible
- liaison moyenne
- liaison forte

[illegible]

102	Prod. chim. organiques
103	Prod. parachimie.
104	Prod. Pharmaceutiques
105	Gaucheouc.
106	Ouvr. en Caoutch. et amianle
110	Laine
111	Coton
112	Autres mat. text. naturels
113	Mat. prem. text. artif. synth.
114	Fils et filés
115	Ouvrages en Filés
116	Habillement
117	Cuirs et peaux bruts
118	Cuirs et pelet. ouvrés
119	Articles en cuirs
120	Bois bruts et Sciés
121	% Produits et ouvr. en bois
122	Assemblément literie
123	Vieux papiers
124	Pa'tes à papiers
125	Papiers et cartons
126	Presse et édition
127	Prod. des ind. diverses
130	Bot. et T. P.
131	Transp. fer. voch. fluv
132	Transp. marit et aériens
142	Telecommunications
150	Le Sec. du logement
160	Sec. rendus aux Entrep.
161	Sec. des artisans meca.
162	Sec. de santé
163	Autres Secs
164	Louage et Ferraige
165	Commerces

[illegible]

Nous retrouvons ici, par un raisonnement différent, la nécessité d'une systématique des sciences telle que celle envisagée dans l'introduction.

Nous considérerons donc systématiquement, par la suite, l'ensemble des tableaux R^2 et R/P comme représentation des échanges entre la recherche et la production.

Il faut noter que ces deux tableaux sont en fait extraits d'un tableau plus vaste, comportant en abscisse et en ordonnée l'ensemble des postes des nomenclatures Recherche et Production, comme indiqué dans la Figure IV.

3° Il est évident que la constitution de tels tableaux pose des problèmes de nomenclature, que nous n'aborderons pas dans le détail ici.

Disons simplement que la nomenclature « branches » est *a priori* celle de la Comptabilité Nationale (C.N.) en 77 branches.

La nomenclature des disciplines pose un problème particulièrement ardu que nous examinerons sommairement, à la fin de ce document, la solution n'en étant pas nécessaire au niveau de ce premier exposé méthodologique.

b) La première étape de la méthodologie envisagée comporte l'établissement de deux « grilles » : R^2 et R/P , c'est-à-dire de deux cadres dans lesquels l'importance, l'utilité des échanges entre disciplines ou entre disciplines et production est ordonnée, hiérarchisée, d'une case par rapport au reste de l'ensemble des cases décomposé ou non en sous-ensembles.

Des tentatives ont été faites pour définir quantitativement par enquête ces utilités, avec une symbolique à nombre de positions réduit (Cf. Figure V). Cette méthode, si elle donne bien des points de comparaison par ligne ou par colonne, ne permet pas des rapprochements globaux. Elle s'avère en outre à la fois lourde, imprécise et peu propre à la décision.

En effet, il est impossible de déduire de cette symbolique des données numériques relatives, par exemple, aux effectifs de chercheurs ou aux dépenses de recherche.

Or ce sont sur des variables de ce dernier type que portent en général la décision.

Une autre méthode, plus opératoire, semble pouvoir être fondée sur la définition, suivant un critère d'utilité « immédiate », d'une hiérarchie entre les cases, pour chaque ligne d'abord, pour chaque colonne, ensuite.

Cette méthode est illustrée par les Figures VI et VII qui donnent un exemple provisoire de deux tableaux R^2 remplis en lignes et en colonnes pour la chimie et la recherche agricole.

Les chiffres inscrits dans chaque case précisent, soit dans le sens des emplois, c'est-à-dire en ligne, soit dans le sens des ressources, c'est-à-dire en colonne, le rang du couple discipline i /discipline j par rapport à tous les autres couples de la même ligne ou de la même colonne.

Ces rangs peuvent être définis pour chaque case prise individuellement (ordre total), ou pour un groupe de cases par rapport à d'autres groupes (pré-ordre), ce qui est le cas dans l'exemple présenté.

Ces renseignements sont obtenus par enquête auprès de spécialistes, c'est-à-dire soit de chercheurs, soit d'industriels, au fait des travaux scientifiques utilisés dans leur industrie. L'interrogation porte aussi bien sur ce qui est donné en aval que sur ce qui est reçu en amont.

FIGURE VI

TABLEAU R²

REPLISSAGE EN LIGNE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Math. pures/logique	1																															
Probabili/Statist.	2																															
Inform./Automat.	3																															
Phys. théorique	4																															
Phys. nucl. H. Energ.	5																															
Phys. nucl. B. Energ.	6																															
Opt. Electroméc. Acoust.	7																															
Phy. sol. Crist. Electron.	8																															
Méca. fluide/solide	9																															
Thermodynamique	10																															
Astronom./Astrophy.	11																															
Chimie physique	12																															
Chimie minérale	13																															
Chimie organique	14																															
Chimie biologique	15																															
Biologie cellulaire	16																															
Bio. physio. animale	17																															
Bio. physio. végét.	18																															
Recherche médicale	19																															
Psychologie	20																															
Sociologie/Démographie	21																															
Econom./Econométrie	22																															
Hist./Géo/Ling./Anthro.	23																															
Rech. spatiale	24																															
Phys. du globe	25																															
Géophys. interne	26																															
Géologie	27																															
Hydrologie	28																															
Océanographie	29																															
Rech. agricole	30																															
Bat./T.P.	31																															
Urbanisme	32																															

FIGURE VII

TABLEAU R²

REPLISSAGE EN COLONNE

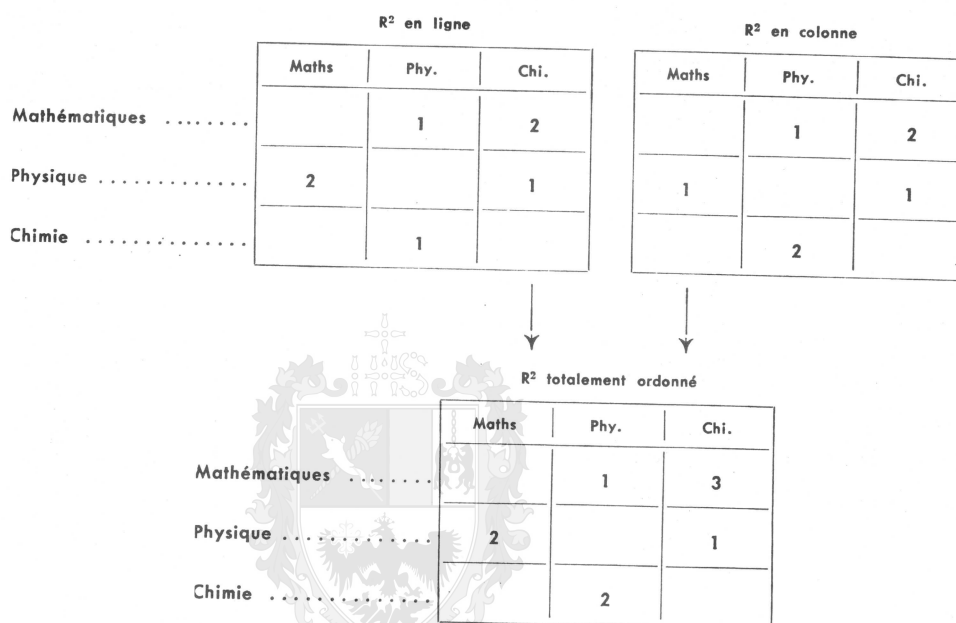
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1												4		4	4																	
2												4	3	3	3															4		
3												4	3	3	3															4		
4												2		2																		
5																																
6																																
7													3	2	2															5		
8												3	2	3	2															6		
9												5																				
10												1	2	2																6		
11																																
12													1	1	3															5		
13												6		2																4		
14												6			1															4		
15														4																2		
16																														1		
17																														1		
18																														1		
19																														3		
20																																
21																														2		
22																																
23																																
24																																
25																																
26																																
27																																
28																														3		
29																														3		
30																														4		
31																																
32																														3		

USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR

A partir des ordres en lignes et colonnes ainsi définis, il est possible dans certaines conditions d'élaborer, avec l'aide de calculateurs électroniques, un ordre sur l'ensemble du tableau.

La Figure VIII illustre sur un cas très simplifié, qui sera utilisé dans l'exemple numérique, le passage des deux tableaux de base au tableau final.

FIGURE VIII



Une case quelconque est ainsi hiérarchisée suivant un critère d'utilité subjective par rapport à n'importe quelle autre case, ou plus simplement et plus probablement, on obtient des groupes de cases classés par rapport à d'autres groupes.

Cette méthode semble offrir par rapport à beaucoup d'autres certaines qualités de rigueur et de facilité au plan de l'enquête.

En effet, il n'est demandé aux personnes interrogées que des réponses portant sur la hiérarchie des utilités entre elles, l'appréciation de ces dernières restant qualitative.

La Figure IX explicite sommairement le déroulement de la constitution des grilles R² et R/P.

La méthode mathématique complexe permettant le passage des ordres en ligne et en colonne à l'ordre complet ne sera pas exposée dans le cadre de ce premier article nécessairement schématique.

c) **La deuxième étape** comprend l'utilisation d'un concept nouveau : le Chercheur/an, ou C/a.

Nous dirons qu'à un effectif « n_i » d'une discipline i correspond une « capacité de recherche » ou un « potentiel de recherche » annuel de $n_i \times C/a$ que nous noterons « C/a_i ».

Cette quantité C/a_i peut être assimilée à une certaine production d'informations scientifiques utiles non exprimable numériquement.

FIGURE IX

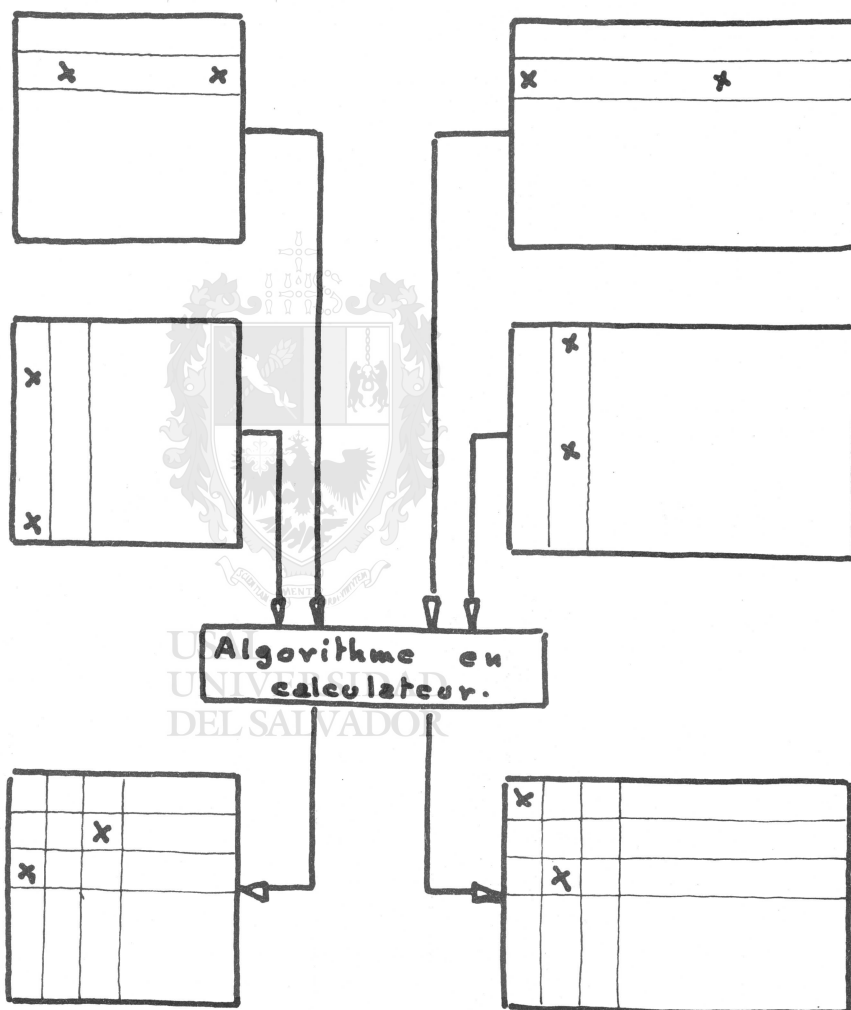
R^2

R/P

Ordre en ligne

Ordre en colonne

Ordre sur tout le tableau.



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR

USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR



Ce concept peut être rapproché de celui de travailleur-jour utilisé en U.R.S.S. dans les travaux d'Eidelman ; il correspond aussi à une estimation fréquente du coût des travaux intellectuels en Occident, dans les bureaux d'engineering ou d'organisation, en Ingénieur/jour ou Ingénieur/mois.

Les effectifs des différentes disciplines étant connus (Cf. Figure III), la production en C/a est aussi connue.

Les grilles R2 et R/P précédemment élaborées vont alors servir à répartir cette quantité C/a_i dont il ne faut pas oublier qu'elle peut être reproduite, ce qui entraîne une conséquence remarquable.

En effet, la production de n_i chercheurs, soit C/a_i , peut être multipliée par reproduction (revues, livres, diffusion orale, etc.).

Le résultat est que, à quelque stade de l'emploi que l'on se place, la quantité C/a_i peut être considérée encore comme intégralement disponible.

En conséquence, il est parfaitement possible de trouver au niveau de l'utilisation par les sciences (R^2) ou les branches (R/P), et donc en ligne, une somme de C/a supérieure à C/a_i production de la discipline i .

Cette particularité constitue un fait fondamentalement nouveau qui mérite d'être signalé.

En effet, les procédures habituelles utilisant des tableaux exigent une rigueur comparable et les ressources doivent être égales aux emplois.

Ici il n'en est rien, et la somme des emplois peut être très différente de la somme des ressources, aussi bien pour R^2 que pour R/P.

La Figure X illustre une des méthodes de répartition possible de C/a_i :

— dans le tableau R^2 totalement ordonné, à la case ayant le rang 1 le plus important, correspondra le nombre de C/a maximum dans sa ligne, c'est-à-dire si l'effectif est n_i , C/a_i .

— à la case ayant le dernier rang « m^2 », le moins important, correspondra un nombre de C/a minimum qui pourra être nul.

— les différentes cases ou ensembles de cases étant hiérarchiquement rangés en abscisses (Cf. Figure X), une méthode d'interpolation permet d'affecter à chaque case un nombre de C/a :

— correspondant à son rang dans les tableaux R^2 ou R/P ;

— en accord avec le nombre de C/a maximum de la ligne, tel que :

$$C/a_i - 1 \leq C/a \leq C/a_i + 1.$$

Cette répartition faite, on aura la plupart du temps, à l'intérieur du tableau R^2 comme dans le tableau R/P, conformément à la remarque faite plus haut :

$$\sum_{j=1}^s C/a_{ij} \neq C/a_i,$$

ou s est soit le nombre de disciplines, soit le nombre de branches.

Cette formule indique bien que le total des emplois peut être différent, et parfois supérieur aux ressources.

La Figure XI illustre numériquement cette étape et les remarques correspondantes.

Elle correspond aux éléments, nomenclature et chiffres, utilisés dans le chapitre D, pour un exemple numérique simplifié.

FIGURE XI

	Effectifs en milliers de chercheurs	R^2 (en milliers de C/a)			Somme des lignes de R^2	Vecteur output de R^2
Math.	20		20	5	25	20
Phy.	50	10		20	30	50
Chi.	30		10		10	30

	Vecteur output de R^2	R/P (en milliers de C/a)				Somme des lignes de R/P
	20	1	3	12	20	36
	50	7	12	20	50	89
	30	20	30	3	3	56

N. B. — Les chercheurs et les C/a sont donnés en milliers d'unités.

Il faut noter à ce stade de la méthodologie que le vecteur sortie (ou "output") de R^2 est composé d'éléments ayant comme valeur en C/a, pour chaque discipline i , C/a_i , la consommation de la production scientifique de i à l'intérieur de R^2 ne diminuant pas la quantité d'informations disponibles.

d) La troisième et dernière étape de la méthode consiste à passer en valeur, à partir des tableaux R^2 et R/P en C/a, c'est-à-dire à calculer dans les cases du tableau R/P des nombres dont le total sera égal au total des dépenses de recherche, et dont la répartition sera fonction des quantités inscrites en C/a.

Pour ce faire, il est nécessaire d'avoir connaissance des dépenses de recherche par chercheur, dans chaque discipline « i », soit c_i avec $\sum_{i=1}^m n_i \cdot c_i = C$, C étant la dépense totale de recherche durant l'année considérée, et m le nombre de disciplines.

Si nécessaire, les dépenses de recherche par chercheur peuvent, à titre de simplification, être connues par groupes de disciplines.

Ces dépenses englobent les postes suivants :

- salaires et charges sociales de la totalité du personnel : chercheurs, techniciens, ouvriers, personnel administratif ;
- investissement en capital ;
- divers, entretien et renouvellement, produits consommables, etc.

1° Dans le tableau R^2 , connaissant les c_i , on calculera le contenu des différents composants du vecteur output de R^2 dans les différentes disciplines, ce qui se fait aisément par la formule :

$$(A) \quad P = \left[(1 + b_i) - (a_{ij}) \right]^{-1} D$$

où :

- P est la production des disciplines en C/a ;
- « b_i » est un coefficient calculé de la manière suivante :
soit, pour une ligne i une production de C/a_i ,
soit, pour cette même ligne, une utilisation de :

$$C'/a_i = \sum_{j=1}^m C/a_{ij}$$

$$\text{On a : } b_i = \frac{C'/a_i}{C/a_i} - 1$$

— a_{ij} est un coefficient technique, calculé comme dans le cadre de la Comptabilité Nationale, ou des tableaux de Leontief mentionnés en introduction, soit :

$$a_{ij} = \frac{C/a_{ij}}{C/a_i}$$

Chaque composant du vecteur output de R^2 sera de la forme :

$$\sum_{k=1}^m C/a_{ik} = C/a_i$$

les C/a_{ik} résultant de la formule (A).

Le coût total correspondant sera alors pour le poste i du vecteur output de R^2 :

$$C'_i = \sum_{k=1}^m c_k \cdot C/a_{ik}$$

$$\text{avec } \sum_{i=1}^m C'_i = \sum_{i=1}^m C_i = C.$$

C'est-à-dire bien évidemment un coût total recherche inchangé C , pour l'année considérée.

2° Dans le tableau R/P , sur la ligne i , la sommation des C/a_{ij} donnera :

$$\sum_{j=1}^p C/a_{ij} = C''/a_i$$

p étant ici le nombre de branches.

La répartition se fera sur la ligne en prenant une valeur unitaire de C/a égale à :

$$v_i = \frac{C'_i}{C''/a_i}$$

c'est-à-dire une valeur de C/a égale au quotient de dépenses de recherche pour la ligne i par le total des C/a de cette ligne dans le tableau R/P.

Cette démarche implique que l'on envisage l'amortissement dans la production de toutes les recherches programmées et prises en charge dans le tableau R², ce qui est bien conforme à l'objectif de départ.

Pour chaque case de la ligne i du tableau R/P, la valeur à inscrire est alors :

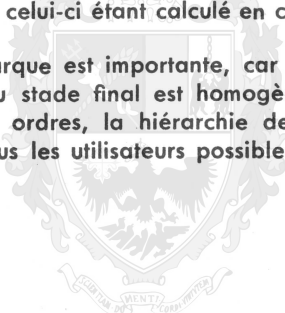
$$v_i \cdot C/a_{ij}.$$

La même méthode étant employée pour toutes les lignes, on a bien un tableau R/P constitué en valeur.

Au total, nous disposons alors d'un tableau R², sous la double forme d'une grille et d'un tableau en C/a, et d'un tableau R/P sous la triple forme d'une grille, d'un tableau en C/a et d'un tableau en valeur.

Dans ce dernier cas, les valeurs incluses dans chaque case correspondent à des dépenses de recherche de l'année en cours, englobant aussi bien le fonctionnement que l'investissement, celui-ci étant calculé en capital et non en amortissement.

Cette dernière remarque est importante, car on peut considérer que le tableau R/P en valeur obtenu au stade final est homogène avec la grille de départ qui voulait considérer dans les ordres, la hiérarchie des utilités immédiates de chaque discipline vis-à-vis de tous les utilisateurs possibles, autres disciplines ou branches.



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR